

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-203534

(43)Date of publication of application : 18.07.2003

(51)Int.Cl.

H01H 1/02
C25D 5/12
C25D 5/26
C25D 7/00

(21)Application number : 2002-005932

(71)Applicant : NISSHIN STEEL CO LTD

(22)Date of filing : 15.01.2002

(72)Inventor : IWAMIZU YOSHIHARU
NAGAO MASAO
WATANABE KEIICHI
IZUMI KEIJI

(30)Priority

Priority number : 2001286696

Priority date : 20.09.2001

Priority country : JP

2001339071

05.11.2001

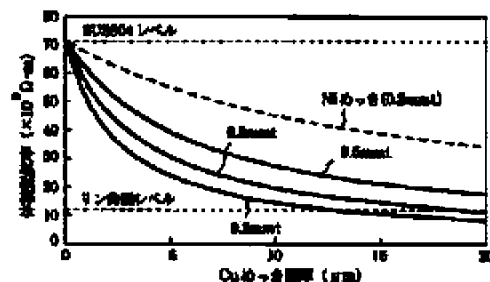
JP

(54) STAINLESS STEEL CONTACT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a stainless steel contact having excellent electrical conductivity, spring elasticity, and soldering properties, in place of expensive phosphorus bronze.

SOLUTION: This stainless steel contact is made of a stainless steel plate with a thickness t (mm) of 0.3 mm or less as a base material, and a Cu-plated layer with a thickness L (μm) of $L/t=40-200$ is formed on the base material surface. When a Ni-plated layer or a Sn-plated layer is formed on the Cu plated layer, corrosion resistance improves, to obtain a contact material capable of maintaining excellent electrical conductivity over the long term. The Ni or Sn plated layer is formed to have a thickness M (μm) satisfying $L/M=2-100$, and $M=0.2-10$.



* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]A point of contact made from stainless steel, wherein Cu plating layer of the thickness L (micrometer) which the board thickness t (mm) uses a stainless steel plate of 0.05-0.5 mm or less as a substrate, and satisfies relation between $L/t=40 - 200$ is formed in a base material surface.

[Claim 2]The point of contact made from stainless steel according to claim 1 to which surface roughening of the surface of Cu plating layer is carried out more than $Ra:0.2\text{micrometer}$.

[Claim 3]The point of contact made from stainless steel according to claim 1 at which nickel plating layer or Sn plating layer of the thickness M (micrometer) with which Cu plating layer is smoothed by less than surface roughness $Ra:0.2\text{micrometer}$, and it is satisfied of $L/M=2-100$ and $M=0.2-10$ is provided on Cu plating layer.

[Claim 4]Cr: Austenite containing 12.0 to 20.0 mass %, and nickel:6.0 - 20.0 mass %, a martensite system containing Cr:12.0 - 14.0 mass %, Cr: A precipitation-hardening system containing 13.5 to 18.0 mass %, and nickel:6.0 - 8.0 mass %, Or the point of contact made from stainless steel according to any one of claims 1 to 3 which uses as a substrate stainless steel of a ferrite series containing $\alpha+\alpha'$ two phase system or Cr:10 - 25 mass % containing 16.0 to Cr:18.0 mass %, and nickel:1.5 - 2.5 mass %.

[Translation done.]

* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application]This invention is excellent in conductivity and soldering nature, even if it carries out the thinning of it, it presents sufficient spring elasticity, and it relates to the point of contact made from stainless steel included in various electrical and electric equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art]As a contact material for electrical and electric equipment, phosphor bronze with good contact resistance, conductivity, spring elasticity, etc. is used from the former. There are C5111, C5102, C5191 and C5212 containing 3.5 to Sn:9.0 mass %, and P:0.05 - 0.25 mass %, and C5210 grade in phosphor bronze, and volume resistance is low and it excels also in the soldering nature required of a contact material. However, phosphor bronze is a material which uses Cu as the main ingredients, and is the cause of raising the material cost of a point of contact. Although contact resistance can be lowered by pressurizing a point of contact and pushing against a mating material, even if it carries out pressurization release, the state where the mating material has been contacted may be maintained at the point of contact made from phosphor bronze whose permanent-set-in-fatigue-proof nature is not enough. In the point of contact used under the hot environments in the atmosphere which carries out temperature up by joule generation of heat especially by energization, the heater circumference, and an automobile engine room etc., since the phosphor bronze itself softens, the tendency which a contact state maintains becomes strong. The titanium copper for springs which was comparatively excellent in such a use at the permanent-set-in-fatigue-proof nature in heatproof-izing (alloy number C 1990), Although permanent-set-in-fatigue-proof nature is improvable to some extent by using heat-resistant copper alloys and thick phosphor bronzes, such as C19025 alloy, as a contact material, it becomes the trouble over a miniaturization and a weight saving as well as material cost going up further.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]In order to conquer the fault of the point of contact made from phosphor bronze, replacing with phosphor bronze and using various materials is examined. Especially, the stainless steel excellent in corrosion resistance is expected as typical alternate material. Stainless steel is excellent in the stress relaxation characteristic-proof in hot environments also in permanent-set-in-fatigue-proof nature as compared with phosphor bronze. Therefore, it is the contact material which maintained sufficient intensity even if it carried out thinning, and fitted the miniaturization and the weight saving, and is also a cheap material as compared with heat-resistant copper alloys, such as Ti copper for springs.

[0004]However, stainless steel shows high contact resistance for the firm passive film in the surface, and it is a fault that volume resistance is also high as compared with copper alloys, such as phosphor bronze. If stainless steel with high contact resistance and volume resistance is used for a contact material as it is, for the use which causes the power loss by loose connection, joule generation of heat, etc., for example, is included in a charge circuit, charge of necessary power will take a long time. A passive film is also the cause of reducing the soldering nature required of the point of contact for electrical and electric equipment. The contact resistance of stainless steel can fall by forming a conductive good enveloping layer in the surface. However, only by forming an enveloping layer, because of high volume resistance, the characteristic which is equal to the point of contact made from phosphor bronze cannot be given, and the deployment as alternate material cannot be expected.

[0005]

[Means for Solving the Problem]By thinking out this invention that such a problem should be solved and specifying combination of stainless steel and Cu plating layer as a conductive coat layer which are used for a substrate, The characteristic which is equal to the conventional point of contact made from phosphor bronze is presented, and it aims at providing a cheap point of contact suitable for a miniaturization and a weight saving.

[0006]In order that a point of contact made from stainless steel of this invention may attain the purpose, the board thickness t (mm) uses a stainless steel plate of 0.05-0.5 mm or less as a substrate, and Cu plating layer of the thickness L (micrometer) which satisfies relation between $L/t=40 - 200$ is formed in a base material surface. When making Cu plating layer into the outermost layer, it is preferred to carry out surface roughening of the Cu plating layer more than $Ra:0.2$ micrometer. If surface roughening of the Cu plating layer is carried out, contact resistance will fall further. As surface roughening, it is preferred to use a surface state beyond $Ra:0.2$ micrometer with electrolytic etching, chemical etching, shot blasting, sandblasting, dull roll rolling, etc.

[0007]When providing nickel plating layer or Sn plating layer on Cu plating layer, it is preferred to smooth Cu plating layer to less than surface roughness $Ra:0.2$ micrometer. nickel plating

layer or Sn plating layer is provided on Cu plating layer by the thickness M (micrometer) which satisfies $L/M=2-100$ and $M=0.2-10$. Corrosion resistance is given by nickel plating layer or Sn plating layer, and contact resistance is maintained by lower order over a long period of time by it. The thickness L and M is expressed with sum total thickness of Cu plating layer, nickel plating layer, or each Sn plating layer formed in rear surface both sides of stainless steel.

[0008]Austenite which contains 12.0 to 20.0 mass %, and nickel:6.0 - 20.0 mass % in stainless steel used as a substrate, a martensite system containing Cr:12.0 - 14.0 mass %, Cr: There are a ferrite series containing $\alpha+\alpha'$ two phase system or Cr:10 - 25 mass % containing a precipitation-hardening system containing 13.5 to 18.0 mass % and nickel:6.0 - 8.0 mass % or 16.0 to 18.0 mass %, and nickel:1.5 - 2.5 mass %.

[0009]

[Embodiment of the Invention]The stainless steel used as a substrate of the point of contact made from stainless steel, Cr: The austenite containing 12.0 to 20.0 mass %, and nickel:6.0 - 20.0 mass %, the martensite system containing Cr:12.0 - 14.0 mass %, Cr: The $\alpha+\alpha'$ two phase system containing the precipitation-hardening system containing 13.5 to 18.0 mass %, and nickel:6.0 - 8.0 mass %, 16.0 to 18.0 mass %, and nickel:1.5 - 2.5 mass %, the ferrite series containing Cr:10 - 25 mass %, etc., It is the material currently used as stainless steel for springs. Specifically The austenite of SUS301 and SUS304 grade, the martensite system of SUS420J grade, The ferrite series of SUS631, the precipitation-hardening system of SUS632J1 grade, NSS-431DP2, the two phase system of NSS-431DP1 grade, SUS430, and SUH409 grade is mentioned.

[0010]Cr is an alloy content which gives corrosion resistance to stainless steel, and a corrosion-resistant improvement effect becomes remarkable above 10.0 mass %. However, if an excessive amount of Cr(s) exceeding 20.0 mass % are contained, construction material will become hard and processing to contact shape will become difficult. nickel is an alloy content required for a nonmagnetic austenite phase, and more than 6.0 mass % is required for it for austenite phase maintenance. However, since it is an expensive element, the maximum of a Ni content is set as 20.0 mass %.

[0011]Stainless steel is the material which was excellent in mechanical properties, such as tensile strength, an elastic coefficient, a spring deflection limit, and hardness, as compared with phosphor bronze, had little degradation of a mechanical property and was excellent also in the high temperature state at the time of contact use also at permanent-set-in-fatigue-proof nature. However, as compared with $8.8 - 13.26 \times 10^{-8} \text{ } \Omega\cdot\text{m}$ of phosphor bronze, the high volume resistivity more than $70 \times 10^{-8} \text{ } \Omega\cdot\text{m}$ is shown. The evil resulting from high volume resistivity can be controlled by carrying out the thinning of the stainless steel used for a substrate. Since it excels in the mechanical property, even if it carries out thinning, the demand characteristics of a contact material are fully satisfied.

[0012]As a result of investigating the relation between the board thickness t of a substrate and stainless steel, the thickness L of Cu plating layer, and volume resistivity from this viewpoint, this invention persons as the below-mentioned example also explains, When setting the board thickness t (mm) as the range of 0.05-0.5 mm and satisfying the relation between $L/t=40 - 200$ between the thickness L of Cu plating layer (micrometer), and the board thickness t , it found out that the volume resistivity and the mechanical property which are equal to phosphor bronze were acquired. The passive film which raises contact resistance is generating a substrate and stainless steel on the surface as it is. Then, by forming conductive good Cu plating layer in a stainless steel surface, contact resistance is reduced and the volume resistivity as the whole point of contact is also reduced by thinning.

[0013]As a result of the investigation examination by this invention person etc., volume resistivity becomes below $28 \times 10^{-8} \Omega$ by film parameter $L/t \geq 40$, and the conductivity required of a contact material is satisfied. Volume resistivity falls so that it thick-film-izes Cu plating layer, but if Cu plating layer is formed with the thick film more than needed to a substrate and stainless steel, the tendency for mechanical properties, such as permanent-set-in-fatigue-proof nature which was excellent in stainless steel, to fall will be seen. Although permanent-set-in-fatigue-proof nature is controllable to the grade by construction material selection of stainless steel, a predominance over phosphor bronze is spoiled in film parameter L/t exceeding 200. Cu plating layer can be formed in both sides or one side of a substrate and stainless steel as long as the relation between film parameter $L/t=40 - 200$ is maintained. Or Cu plating layer from which thickness differs by both sides may be formed.

[0014]Cu plating layer formed in the stainless steel surface is effective also in the improvement of soldering nature. For example, although good solder wettability is presented to Pb-Sn solder in phosphor bronze, the soldered joint which can be satisfied if Pb free solder with few environmental impacts is used may not be obtained. On the other hand, of course, as for Cu plating layer, Pb-Sn solder presents sufficient soldering nature also to Pb free solder.

[0015]As for Cu plating layer, although it can be formed in a substrate and a stainless steel surface with electroplating, it is preferred to perform electric Cu plating after nickel pre plating in order to improve the adhesion over a substrate. If the sulfate bath and pyrophoric acid bath which do not contain a gloss-ized agent are used for electric Cu plating, the surface of Cu plating layer will become coarse moderately. Since a mating material is contacted by an adhesion condition and many conduction passages are formed in a contact interface when the point of contact made from stainless steel is forced on a mating material, Cu plating layer with the coarse surface reduces contact resistance effectively.

[0016]Even if it is Cu plating layer formed from the plating bath containing a gloss-ized agent, contact resistance can be similarly reduced by carrying out surface roughening of the Cu plating layer after plating with electrolytic etching, chemical etching, shot blasting,

sandblasting, dull roll rolling, etc. The influence which the surface state of Cu plating layer has on contact resistance is detected by the surface roughness beyond Ra:0.2micrometer. Ra: By electric Cu plating which uses the plating bath which does not contain a gloss-ized agent, electrolytic conditions, such as current density, voltage, and bath temperature, can also attain a split face of 0.2 micrometers or more.

[0017]In the long-term use under heating-at-high-temperature environment, plating layers, such as nickel effective in a corrosion-resistant improvement, Sn, and Au, may be further formed on Cu plating layer. Although the thickness in particular of this plating layer is not specified, it is adjusted to the range of 0.2-10 micrometers in consideration of economical efficiency and corrosion resistance. When forming nickel plating layer or Sn plating layer, the surface of Cu plating layer is smoothed to less than Ra:0.2micrometer. nickel plating layer or Sn plating layer controls corrosion generating by the formation of temperature rise heat environment, and also when it maintains mechanical properties, such as permanent-set-in-fatigue-proof nature which was excellent in a substrate and stainless steel, it is effective. Such an effect becomes remarkable by forming nickel plating layer or Sn plating layer by the thickness M (micrometer) which satisfies $L/M=2-100$ and $M=0.2-10$.

[0018]In film parameter $L/M < 2$, the influence of nickel in which conductivity is inferior to Cu, and Sn appears strongly, it thick-film-izes considering conductivity, and the mechanical property of a substrate and stainless steel deteriorates. On the contrary, film parameter L/M exceeding 100 means that nickel plating layer or Sn plating layer is thin, it originates in the increase in a pinhole, wear of a contact surface, etc., lower layer Cu plating layer exposes it, when put under wet atmosphere for a long time, Cu plating layer discolors, and the contact resistance of a discoloration portion becomes high.

[0019]When forming nickel plating layer or Sn plating layer, Cu plating layer is smoothed to less than surface roughness Ra:0.2micrometer. Ra: If it exceeds 0.2 micrometer, since a lot of pinholes occur in nickel plating layer or Sn plating layer and Cu plating layer is exposed to it via a pinhole, corrosion resistance and color fastness will fall by surface roughness. The surface of too coarse a Cu plating layer is the cause that carry out surface roughening of nickel plating layer or Sn plating layer formed on Cu plating layer, and abrasion resistance falls, and becomes easy to expose lower layer Cu plating layer at the time of contact use. In the bottom of hot environments, or large current use, counter diffusion is promoted by an interface with Cu plating layer, nickel plating layer, or Sn plating layer, and it becomes easy to form intermetallic compounds, such as Sn-Cu harmful to conductivity, and Sn-nickel.

[0020]

[Work example 1]Although the example which uses SUS304 stainless steel for a substrate explains this invention concretely, Even when SUS301, SUS420J, SUS631, SUS632J1, NSS-431DP1, NSS-431DP2 grade, and other stainless steel are used for a substrate, of course, the

same result is obtained. After nickel pre plating stainless steel, Cu plating layer which has various thickness under the conditions of Table 1 was formed. Discoloration prevention processing of the plating layer surface was carried out after Cu plating using benzotriazol. The same discoloration prevention processing also as the phosphor bronze used for comparison was performed.

[0021]

表 1 : 電気 Cu めっき条件

浴組成	CuSO ₄	200g/l
	H ₂ SO ₄	50g/l
浴温 40℃		
電流密度 10A/dm ²		

[0022]About the stainless steel in which Cu plating layer was formed, volume resistivity ρV_a was computed by the formula of $\rho V_a = (t_1 + t_2) / (t_1 / \rho V_1 + t_2 / \rho V_2)$. However, as for the board thickness of stainless steel, and t_2 , in t_1 , the thickness of Cu plating layer and ρV_1 show the volume resistivity of Cu plating layer, as for the volume resistivity of SUS304 stainless steel, and ρV_2 .

[0023]Volume resistivity falls, so that the calculation result of drawing 1 may see and the thinning of a substrate and the stainless steel is carried out, and, so that Cu plating layer is thick-film-ized. Especially, in what formed Cu plating layer of not less than 10 micrometers of thickness in the stainless steel of 0.3 mm or less of board thickness, it turns out that the low volume resistivity which is equal to phosphor bronze (C5191) is presented. Although the stainless steel of 0.2 mm of board thickness in which nickel plating layer was formed was hung up as comparison material in drawing 1, even if it thick-film-izes nickel plating layer in this case, it is the high volume resistivity more than 30×10^{-8} $\Omega \cdot m$.

[0024]the stainless steel used for the substrate is the material whose mechanical property was markedly alike and which was excellent in it as compared with phosphor bronze (C5191) (Table 2). Therefore, even if it carries out thinning, the spring elasticity required of a contact material and permanent-set-in-fatigue-proof nature are fully satisfied. And since volume resistivity becomes low by thinning, it can be called a material usable as a contact material.

[0025]

表 2 : SUS304 ステンレス鋼とリン青銅の機械的特性の比較

材質	リン青銅 (C5191)	SUS304
引張強さ (N/mm ²)	315~685	780 以上
硬さ (HV)	90~220	250 以上
バネ限界値 kb0.1 (N/mm ²)	230 以上	275 以上
弾性係数 (kN/mm ²)	115	194

[0026]A specimen 10 mm in width and 40 mm in length is cut down from Cu plating stainless steel plate which formed Cu plating layer in the SUS301 stainless steel plate (0.2% proof stress: 1200-N/mm²) of 0.3 mm of board thickness by 15 micrometers of thickness per one side, Based on the Electronic Materials Manufacturers Association of Japan standard 1011 (stress relaxation test method depended for a spring material to bend), the percentage of stress relaxation in a 300 ** high temperature atmosphere was measured under the conditions shown in drawing 2. In Cu plating stainless steel plate, the almost same heat-resistant stress relaxation nature as the SUS301 stainless steel plate of a negative was presented so that drawing 3 in which the result of having investigated the relation between elevated-temperature retention time and a heat stress relaxation rate is shown might see. When measured under the conditions same for comparison, in phosphor bronze (C5191 alloy), the heat stress relaxation rate is near 100% by 100 hours of retention time, and spring nature had disappeared thoroughly.

[0027]The temperature of volume resistivity and a specimen was measured by energizing to a specimen, cutting down a specimen 10 mm in width, and 100 mm in length from Cu plating stainless steel of 0.3 mm of board thickness, connecting the both ends of a specimen to the terminal of a constant current power supply in room temperature atmosphere, respectively, and changing current. In the stainless steel in which Cu plating layer of 20 micrometers (it is 40 micrometers in both sides) of thickness per one side was formed, the almost same volume resistivity (drawing 4) as phosphor bronze (C5191) was presented, and the rise in heat (drawing 5) accompanying energization also presented the tendency near [phosphor bronze / (C5191)] a copper plate. The stainless steel in which Cu plating layer of 10 micrometers of thickness was formed also showed the volume resistivity near phosphor bronze (C5191), and a rise-in-heat tendency in the field with little supply current. It is as effective in the improvement of permanent-set-in-fatigue-proof nature as using the stainless steel excellent in the mechanical property for a substrate conjointly that a rise in heat is controlled.

[0028]Subsequently, the solder wettability of each Cu plating stainless steel was investigated by the next examination, and soldering nature was evaluated.

[Solder wettable examination]

Use solder: Product Pb [made from Senju Metal] free solder M31 (Sn-3.5Ag-0.75Cu)

Product [made from Senju Metal] common solder (Sn-40% Pb) flux: The product P5 (with the object for electronic parts, and no chlorine) made from Japanese Solder

Test temperature: 250 ** (Pb free solder) and 235 ** (common solder)

[0029]Immediately after plating and the plated specimen about 60 ** and the specimen neglected to RH 93% for 100 hours. Rhesca 5000 [solder checkered SAT-] was used, the size 10mmx40mmx0.3mm specimen was immersed in the melting bath of Pb free solder or common solder to a depth of 2 mm by a part for dipping rate/of 2 mm, and it held for 10 seconds to the submergence depth concerned. And time (zero cross time) until the power of getting wet from specimen immersion goes by zero was measured, the zero cross time made O and 1.5 to 3 seconds O, made 3 seconds or more x for less than 1.5 seconds, and solder wettability was evaluated.

[0030]Cu plating stainless steel presented good solder wettability also to Pb free solder irrespective of a plating bath kind and plating thickness, and sufficient solder wettability was maintained after the deterioration test with the passage of time so that the results of an investigation of Table 3 might see. The characteristic deteriorated to Pb free solder and its common solder was [the solder wettability after a deterioration test with the passage of time] insufficient, although phosphor bronze showed sufficient solder wettability. The tendency with the same said of the stainless steel and copper plate which carried out nickel plating was shown. It is imagined to have a cause in the bath temperature of the specimen circumference falling that the direction of a copper plate is inferior to solder wettability as compared with Cu plating stainless steel when a thermally conductive good copper plate is immersed in a solder bath.

[0031]

表3：Cuめっきステンレス鋼のはんだ濡れ性

めっき浴	めっき層片面 当りの膜厚 (μm)	Pbフリーはんだ		Sn-Pb はんだ	
		初期	促進劣化後	初期	促進劣化後
硫酸浴	Cu : 1	◎	○	◎	○
	Cu : 5	◎	○	◎	○
	Cu : 10	◎	○	◎	○
	Cu : 20	◎	○	◎	○
ピロリン酸浴	Cu : 1	◎	○	◎	○
	Cu : 5	◎	○	◎	○
	Cu : 10	◎	○	◎	○
	Cu : 20	◎	○	◎	○
光沢硫酸浴	Cu : 1	◎	○	◎	○
	Cu : 5	◎	○	◎	○
	Cu : 10	◎	○	◎	○
	Cu : 20	◎	○	◎	○
ワット浴	Ni : 10	○	×	○	×
	Ni : 20	○	×	○	×
リン青銅 C5191	—	○	×	◎	○
銅板	—	○	×	○	×

[0032]The stainless steel of 0.2 mm of board thickness in which Cu plating layer of 20 micrometers (it is 40 micrometers in both sides) of thickness from which the good result was obtained by conductivity and soldering nature was formed was chosen, and surface roughening of the Cu plating layer was carried out by electrolytic etching. At this time, the surface roughness of Cu plating layer was changed in Ra:0.05-2.0micrometer by regulation of the electrolytic condition. Cu plating layer measured contact resistance using the specimen cut down from the stainless steel by which surface roughening was carried out, and the influence which surface roughness has on contact resistance was investigated. Contact resistance was similarly measured about the specimen after 60 ** and the accelerated deterioration test neglected to RH 93% for 96 hours.

[0033]In the contact resistance examination, the regular-position contact resistance examination which turns 100 g of load on and off was adopted as the golden contact terminal contacted to the test piece surface in the sliding contact resistance test and fixed point which repeat turning on and off of 100 g of load, contacting a golden contact terminal to a test piece surface,

and sliding a golden contact terminal by 1 mm of sliding distance. The tendency for both sliding contact resistance and regular-position contact resistance to fall was seen, so that the test result of Table 4 might see and surface roughness became large. The influence of surface roughness on reduction of contact resistance was seen by more than Ra:0.2micrometer, and contact resistance fell even to the almost same grade as a copper plate by more than Ra:0.25micrometer.

[0034]

表4：Cuめっき層の表面粗さが接触抵抗に及ぼす影響（単位：mΩ）

	表面粗さ Ra (μm)	0.1 未満	0.1～0.2	0.2～0.5	0.5～1.0	1.0～2.0
初期	摺動接触抵抗	7	5	2	1	1
	定位置接触抵抗	11	7	3	2	1
促進 劣化後	摺動接触抵抗	51	23	3	1	1
	定位置接触抵抗	200>	56	18	24	25

[0035]

[Work example 2]The SUS304 stainless steel plate of 0.25 mm of board thickness was used for the substrate. After performing nickel pre plating of 0.1 micrometer of thickness, and also Cu plating of 10 micrometers (20 micrometers of both sides) of thickness per one side to degreasing and the stainless steel plate which carried out pickling, nickel plating layer and Sn plating layer were formed by various thickness. In nickel plating, Cu plating stainless steel plate was immersed in the Watts bath (240 g/l of nickel sulfate, 50 g/l of nickel chloride, 30 g/l of boric acid) of 50 ** of pH 2 bath temperature, and it electroplated by current density 5 A/dm². In Sn plating, Cu plating stainless steel plate was immersed in the sulfuric acid Sn plating bath (50 g/l of stannous sulfate, 100 g/l of sulfuric acid, 30 g/l of cresol sulfonic acid) of 20 ** of bath temperature which added the brightening agent, and it electroplated by current density 2 A/dm².

[0036]

表5：基材・ステンレス鋼に設けた複層めっき層の構成

No.	Cu めっき層			Ni 又は Sn めっき層		
	膜厚 L (μm)	L/t	表面粗さ Ra (μm)	種別	膜厚 M (μm)	膜厚比 L/M
1	10	80	0.10	Ni	0.2	50
2	10	80	0.10	Ni	2	5
3	10	80	0.15	Ni	4	2.5
4	10	80	0.10	Sn	0.4	25
5	10	80	0.10	Sn	1	10
6	10	80	0.15	Sn	4	2.5
7	10	80	0.10	Ni 又は Sn めっきせず		

膜厚 L, M は、片面当りの膜厚で示す。

[0037] Each obtained piece of a double layer plating stainless steel plate blank test was started, and performance investigation was conducted by the neutral salt spray test and the accelerated deterioration test out of the sliding contact resistance test under the same conditions as Example 1. In a neutral salt spray test, after continuing a salt fog for 24 hours based on JIS C0023, the appearance of a test piece surface is observed, The specimen in which the corrosion product was observed by the area rate in which O and the generating area rate of a corrosion product exceed 5% or less for the specimen in which a corrosion product was not detected, and exceed ** and 20% for O and 5 to 20% was made into x, and corrosion resistance was evaluated. In the accelerated deterioration test, the specimen was neglected in a homoiothermal constant humidity atmosphere of 60 ** and 93%RH, the contact resistance after specified time elapse was measured, and it asked for aging of contact resistance. Even when a corrosion product is not detected after a neutral salt spray test in a test piece surface or it is detected so that the results of an investigation of Table 6 may see, it is very few corrosion products, and by forming nickel plating layer or Sn plating layer on Cu plating layer shows that corrosion resistance is improved. Presenting the conductivity where the contact resistance after an accelerated deterioration test also stopped at the slight rise as compared with the initial value and which was excellent in it over the long period of time was checked. Especially, in the specimen which performed double layer plating of Cu/Sn, contact resistance hardly changed so that drawing 6 might see, but good conductivity was maintained.

[0038]

表6：複層めっきが耐食性、接触抵抗の経時変化に及ぼす影響

No.	耐食性	接触抵抗 (mΩ)	
		初期値	促進劣化試験 60 日後
1	○	4	5
2	◎	4	6
3	◎	4	6
4	○	≤1	≤1
5	◎	≤1	≤1
6	◎	≤1	≤1
7	×	≤1	40

[0039]

[Effect of the Invention]As explained above, the point of contact made from stainless steel of this invention presents conductivity and the characteristic which is equal to the point of contact made from phosphor bronze about soldering nature, or is exceeded by forming in the surface of a substrate and stainless steel Cu plating layer which has film parameter L/t in the range of 40-200. And from a substrate being the stainless steel excellent in corrosion resistance and spring elasticity, even if it carries out thinning, a good mechanical property and permanent-set-in-fatigue-proof nature are maintained, and it is used as a cheap point of contact suitable for a miniaturization and a weight saving. By forming nickel plating layer or Sn plating layer on Cu plating layer, corrosion resistance improves and the contact material in which contact resistance maintains low good conductivity over a long period of time is obtained.

[Translation done.]

* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]A graph [a substrate and stainless steel, nickel plating stainless steel, and phosphor bronze / volume resistivity / for which it asked from the board thickness of stainless steel, and the thickness of Cu plating layer]

[Drawing 2]A device for measuring the flexure deformation of the specimen held to a high temperature atmosphere

[Drawing 3]The graph showing the relation of the retention time and the heat stress relaxation rate in a high temperature atmosphere

[Drawing 4]The graph showing the relation of the current and volume resistivity which were supplied to various points of contact

[Drawing 5]The graph showing the rise in heat of the point of contact according to the current supplied to various points of contact

[Drawing 6]The graph showing aging of the contact resistance by an accelerated deterioration test

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2003-203534
(P2003-203534A)

(43)公開日 平成15年7月18日(2003.7.18)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
H 0 1 H 1/02		H 0 1 H 1/02	Z 4 K 0 2 4
C 2 5 D 5/12		C 2 5 D 5/12	5 G 0 5 0
5/26		5/26	Q
7/00		7/00	H

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願2002-5932(P2002-5932)

(22)出願日 平成14年1月15日(2002.1.15)

(31)優先権主張番号 特願2001-286696(P2001-286696)

(32)優先日 平成13年9月20日(2001.9.20)

(33)優先権主張国 日本(J P)

(31)優先権主張番号 特願2001-339071(P2001-339071)

(32)優先日 平成13年11月5日(2001.11.5)

(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000004581
日新製鋼株式会社
東京都千代田区丸の内3丁目4番1号

(72)発明者 岩水 義治
大阪府堺市石津西町5番地 日新製鋼株式
会社技術研究所内

(72)発明者 長尾 雅央
大阪府堺市石津西町5番地 日新製鋼株式
会社技術研究所内

(74)代理人 100092392
弁理士 小倉 亘 (外2名)

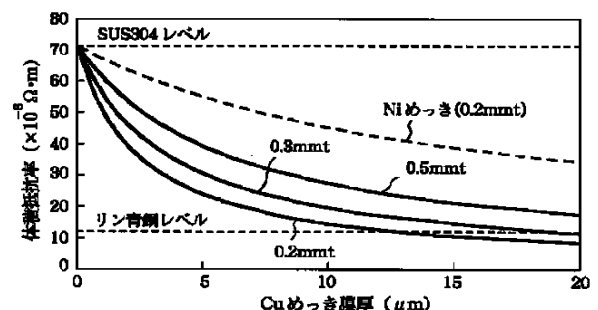
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ステンレス鋼製接点

(57)【要約】

【目的】 導電性、ばね弾性、はんだ付け性に優れ、高価なリン青銅に代わるステンレス鋼製接点を提供する。

【構成】 このステンレス鋼製接点は、板厚 t (mm)が0.3mm以下のステンレス鋼板を基材とし、 $L/t=40\sim200$ の範囲にある膜厚 L (μm)のCuめっき層が基材表面に形成されている。Cuめっき層の上にNiめっき層又はSnめっき層を形成すると耐食性が向上し、長期間にわたって優れた導電性を維持する接点材料となる。Ni又はSnめっき層は、 $L/M=2\sim100$ 、 $M=0.2\sim10$ を満足する膜厚 M (μm)で形成される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 板厚 t (mm) が $0.05 \sim 0.5$ mm以下のステンレス鋼板を基材とし、 $L/t = 40 \sim 200$ の関係を満足する膜厚 L (μ m) のCuめっき層が基材表面に形成されていることを特徴とするステンレス鋼製接点。

【請求項2】 Cuめっき層の表面が $Ra : 0.2 \mu$ m以上に粗面化されている請求項1記載のステンレス鋼製接点。

【請求項3】 Cuめっき層が表面粗さ $Ra : 0.2 \mu$ m以下に平滑化され、 $L/M = 2 \sim 100$ 、 $M = 0.2 \sim 10$ を満足する膜厚 M (μ m) のNiめっき層又はSnめっき層がCuめっき層の上に設けられている請求項1記載のステンレス鋼製接点。

【請求項4】 Cr : $12.0 \sim 20.0$ 質量%、Ni : $6.0 \sim 20.0$ 質量%を含むオーステナイト系、Cr : $12.0 \sim 14.0$ 質量%を含むマルテンサイト系、Cr : $13.5 \sim 18.0$ 質量%、Ni : $6.0 \sim 8.0$ 質量%を含む析出硬化系、又はCr : $16.0 \sim 18.0$ 質量%、Ni : $1.5 \sim 2.5$ 質量%を含む $\alpha + \alpha'$ 二相系又はCr : $10 \sim 25$ 質量%を含むフェライト系のステンレス鋼を基材とする請求項1～3何れかに記載のステンレス鋼製接点。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、導電性、はんだ付け性に優れ、薄肉化しても十分なバネ弾性を呈し、各種電気・電子機器に組み込まれるステンレス鋼製接点に関する。

【0002】

【従来の技術】電気・電子機器用の接点材料として、接触抵抗、導電性、バネ弾性等が良好なリン青銅が従来から使用されている。リン青銅にはSn : $3.5 \sim 9.0$ 質量%、P : $0.05 \sim 0.25$ 質量%を含むC5111、C5102、C5191、C5212、C5210等があり、体積抵抗が低く、接点材料に要求されるはんだ付け性にも優れている。しかし、リン青銅はCuを主成分とする材料であり、接点の材料コストを上昇させる原因である。また、接点を加圧して相手材に押し付けることにより接触抵抗を下げるができるが、耐へたり性が十分でないリン青銅製接点では加圧解除しても相手材に接触したままの状態が維持されることがある。特に通電によるジュール発熱で昇温する雰囲気やヒータ周辺、自動車エンジンルーム内等の高温環境下で使用される接点では、リン青銅自体が軟化するため接触状態が持続する傾向が強くなる。このような用途では、耐熱化での耐へたり性に比較的優れたバネ用チタン銅（合金番号C 1990）、C19025合金等の耐熱銅合金や肉厚のリン青銅を接点材料として使用することにより耐へたり性をある程度改善できるものの、材料コストが一層上昇することは勿論、小型化・軽量化に対する

支障となる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】リン青銅製接点の欠点を克服するため、リン青銅に代えて種々の材料を使用することが検討されている。なかでも、耐食性に優れたステンレス鋼は、代表的な代替材料として期待されている。ステンレス鋼は、リン青銅に比較して耐へたり性、なかでも高温環境における耐応力緩和特性に優れている。そのため、薄肉化しても十分な強度を維持し、小型化・軽量化に適した接点材料であり、バネ用Ti銅等の耐熱銅合金に比較して安価な材料でもある。

【0004】しかし、ステンレス鋼は、表面にある強固な不動態皮膜のため高い接触抵抗を示し、リン青銅等の銅合金と比較して体積抵抗が高いことも欠点である。接触抵抗や体積抵抗の高いステンレス鋼をそのまま接点材料に使用すると、接触不良やジュール発熱等による電力損失を招き、たとえば充電回路に組み込まれる用途では必要電力の充電に長時間を要する。不動態皮膜は、電気・電子機器用の接点に要求されるはんだ付け性を低下させる原因でもある。ステンレス鋼の接触抵抗は、導電性の良好な被覆層を表面に形成することによって低下できる。しかし、単に被覆層を形成しただけでは、高い体積抵抗のためにリン青銅製接点に匹敵する特性を付与できず、代替材料としての展開が期待できない。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、このような問題を解消すべく案出されたものであり、基材に使用されるステンレス鋼と導電性被覆層としてのCuめっき層との組合せを特定することによって、従来のリン青銅製接点に匹敵する特性を呈し、小型化・軽量化に適した安価な接点を提供することを目的とする。

【0006】本発明のステンレス鋼製接点は、その目的を達成するため、板厚 t (mm) が $0.05 \sim 0.5$ mm以下のステンレス鋼板を基材とし、 $L/t = 40 \sim 200$ の関係を満足する膜厚 L (μ m) のCuめっき層が基材表面に形成されていることを特徴とする。Cuめっき層を最表層にする場合、Cuめっき層を $Ra : 0.2 \mu$ m以上に粗面化することが好ましい。Cuめっき層を粗面化すると、接触抵抗が一層低下する。粗面化としては、電解エッチング、化学エッチング、ショットブラスティング、サンドブラスティング、ダルロール圧延等によって $Ra : 0.2 \mu$ m以上の表面状態にすることが好ましい。

【0007】Cuめっき層の上にNiめっき層又はSnめっき層を設ける場合、表面粗さ $Ra : 0.2 \mu$ m以下にCuめっき層を平滑化することが好ましい。Niめっき層又はSnめっき層は、 $L/M = 2 \sim 100$ 、 $M = 0.2 \sim 10$ を満足する膜厚 M (μ m) でCuめっき層の上に設けられる。Niめっき層又はSnめっき層によって耐食性が付与され、長期にわたり接触抵抗が低位に

維持される。なお、膜厚 L 、 M は、ステンレス鋼の表裏両面に形成されたCuめっき層、Niめっき層又はSnめっき層それぞれの合計厚みで表す。

【0008】基材として使用されるステンレス鋼には、Cr:12.0~20.0質量%、Ni:6.0~20.0質量%を含むオーステナイト系、Cr:12.0~14.0質量%を含むマルテンサイト系、Cr:13.5~18.0質量%、Ni:6.0~8.0質量%を含む析出硬化系、又はCr:16.0~18.0質量%、Ni:1.5~2.5質量%を含む $\alpha+\alpha'$ 二相系又はCr:10~25質量%を含むフェライト系等がある。

【0009】

【実施の形態】ステンレス鋼製接点の基材として使用されるステンレス鋼は、Cr:12.0~20.0質量%、Ni:6.0~20.0質量%を含むオーステナイト系、Cr:12.0~14.0質量%を含むマルテンサイト系、Cr:13.5~18.0質量%、Ni:6.0~8.0質量%を含む析出硬化系、Cr:16.0~18.0質量%、Ni:1.5~2.5質量%を含む $\alpha+\alpha'$ 二相系、Cr:10~25質量%を含むフェライト系等、バネ用ステンレス鋼として使用されている材料である。具体的には、SUS301、SUS304等のオーステナイト系、SUS420J等のマルテンサイト系、SUS631、SUS632J1等の析出硬化系、NSS-431DP2、NSS-431DP1等の二相系、SUS430、SUH409等のフェライト系が挙げられる。

【0010】Crは、ステンレス鋼に耐食性を付与する合金成分であり、10.0質量%以上で耐食性改善効果が顕著になる。しかし、20.0質量%を超える過剰量のCrが含まれると、材質が硬化し、接点形状への加工が困難になる。Niは、非磁性のオーステナイト相に必要な合金成分であり、オーステナイト相維持のためには6.0質量%以上が必要である。しかし、高価な元素であることから、Ni含有量の上限を20.0質量%に設定する。

【0011】ステンレス鋼は、リン青銅に比較して引張強さ、弾性係数、バネ限界値、硬さ等の機械的特性に優れており、接点使用時の高温状態でも機械的特性の劣化が少なく、耐ヘタリ性にも優れた材料である。しかし、リン青銅の $8.8\sim13.26\times10^{-8}\Omega\cdot m$ に比較して、 $70\times10^{-8}\Omega\cdot m$ 以上の高い体積抵抗率を示す。高い体積抵抗率に起因する弊害は、基材に使用するステンレス鋼を薄肉化することによって抑制できる。また、機械的特性に優れているため、薄肉化しても接点材料の要求特性を十分に満足する。

【0012】本発明者等は、かかる観点から基材・ステンレス鋼の板厚 t 、Cuめっき層の膜厚 L と体積抵抗率との関係を調査した結果、後述の実施例でも説明するように、板厚 t (mm)を0.05~0.5mmの範囲に設定し、Cuめっき層の膜厚 L (μm)と板厚 t との間に $L/t=40\sim200$ の関係を満足させるとき、リ

ン青銅に匹敵する体積抵抗率及び機械的特性が得られることを見出した。基材・ステンレス鋼は、そのままでは接触抵抗を高める不動態皮膜が表面に生成している。そこで、導電性の良好なCuめっき層をステンレス鋼表面に形成することにより接触抵抗を低減させ、薄肉化によって接点全体としての体積抵抗率をも低減させる。

【0013】本発明者等による調査検討の結果、膜厚比 $L/t\geq40$ で体積抵抗率が $28\times10^{-8}\Omega$ 以下になり、接点材料に要求される導電性が満足される。体積抵抗率はCuめっき層を厚膜化するほど低下するが、基材・ステンレス鋼に対して必要以上の厚膜でCuめっき層を形成すると、ステンレス鋼の優れた耐ヘタリ性等の機械的特性が低下する傾向がみられる。耐ヘタリ性等はステンレス鋼の材質選択によってある程度まで制御可能であるが、200を超える膜厚比 L/t ではリン青銅に対する優位性が損なわれる。Cuめっき層は、膜厚比 $L/t=40\sim200$ の関係が維持されている限り、基材・ステンレス鋼の両面又は片面に形成することができる。或いは、両面で膜厚が異なるCuめっき層を形成しても良い。

【0014】ステンレス鋼表面に形成されたCuめっき層は、はんだ付け性の改善にも有効である。たとえば、リン青銅ではPb-Snはんだに対して良好なはんだ濡れ性を呈するが、環境負荷の少ないPbフリーはんだを使用すると満足できるはんだ接合が得られない場合がある。これに対し、Cuめっき層は、Pb-Snはんだは勿論、Pbフリーはんだに対しても十分なはんだ付け性を呈する。

【0015】Cuめっき層は、電気めっき法によって基材・ステンレス鋼表面に形成できるが、基材に対する密着性を高めるためNiプレめっき後に電気Cuめっきを施すことが好ましい。光沢化剤を含まない硫酸浴やピロリン酸浴を電気Cuめっきに使用すると、Cuめっき層の表面が適度に粗くなる。表面が粗いCuめっき層は、ステンレス鋼製接点を相手材に押し付けたとき密着状態で相手材に接触し、接触界面に多数の導通路が形成されるため、接触抵抗を効果的に低減させる。

【0016】光沢化剤を含むめっき浴から形成されたCuめっき層であっても、めっき後に電解エッチング、化学エッチング、ショットブラスティング、サンドブラスティング、ダルロール圧延等でCuめっき層を粗面化することにより、同様に接触抵抗を低減できる。Cuめっき層の表面状態が接触抵抗に及ぼす影響は、 $Ra:0.2\mu m$ 以上の表面粗さで検出される。 $Ra:0.2\mu m$ 以上の粗面は、光沢化剤を含まないめっき浴を使用した電気Cuめっきでは電流密度、電圧、浴温等の電解条件によっても達成できる。

【0017】高温加熱環境下での長期使用に当っては、Cuめっき層の上に耐食性の改善に有効なNi、Sn、Au等のめっき層を更に形成しても良い。このめっき層

の膜厚は、特に規定されるものではないが、経済性及び耐食性を考慮して $0.2 \sim 10 \mu\text{m}$ の範囲に調整される。Niめっき層又はSnめっき層を形成する場合、Cuめっき層の表面を $Ra: 0.2 \mu\text{m}$ 以下に平滑化する。Niめっき層又はSnめっき層は、高温化熱環境化での腐食発生を抑制すると共に、基材・ステンレス鋼の優れた耐ヘタリ性等の機械的特性を維持する上でも有効である。このような効果は、 $L/M=2 \sim 100$ 、 $M=0.2 \sim 10$ を満足する膜厚 $M(\mu\text{m})$ でNiめっき層又はSnめっき層を形成することにより顕著となる。

【0018】膜厚比 $L/M < 2$ では導電性がCuより劣るNi、Snの影響が強く現れ、導電率の割に厚膜化し、基材・ステンレス鋼の機械的特性が劣化する。逆に、 100 を超える膜厚比 L/M は、Niめっき層又はSnめっき層が薄いことを意味し、ピンホールの増加や接点部の摩耗等に起因して下層のCuめっき層が露出し、湿潤雰囲気下で長時間曝されたときCuめっき層が変色し、変色部分の接触抵抗が高くなる。

【0019】Niめっき層又はSnめっき層の形成に際しては、Cuめっき層を表面粗さ $Ra: 0.2 \mu\text{m}$ 以下に平滑化する。 $Ra: 0.2 \mu\text{m}$ を超えると表面粗さでは、Niめっき層又はSnめっき層に多量のピンホールが発生し、ピンホールを介してCuめっき層が露出するため耐食性、耐変色性が低下する。粗すぎるCuめっき層の表面は、Cuめっき層の上に形成されるNiめっき層又はSnめっき層を粗面化して耐磨耗性が低下する原因であり、接点使用時に下層のCuめっき層が露出しやすくなる。更に、高温環境下や大電流用途では、Cuめっき層とNiめっき層又はSnめっき層との界面で相互拡散が促進され、導電性に有害な Sn-Cu 、 Sn-Ni 等の金属間化合物が形成しやすくなる。

【0020】

【実施例1】SUS304ステンレス鋼を基材に使用した例で本発明を具体的に説明するが、SUS301、SUS420J、SUS631、SUS632J1、NSS-431DP1、NSS-431DP2等、他のステンレス鋼を基材に使用した場合でも同様な結果が得られ*

表2： SUS304 ステンレス鋼とリン青銅の機械的特性の比較

材質	リン青銅 (C5191)	SUS304
引張強さ (N/mm^2)	315~685	780 以上
硬さ (HV)	90~220	260 以上
バネ限界値 $kb0.1$ (N/mm^2)	230 以上	275 以上
弾性係数 (kN/mm^2)	115	194

【0026】更に、板厚 0.3 mm のSUS301ステンレス鋼板 (0.2% 耐力: $1200 \text{ N}/\text{mm}^2$) に片面当りの膜厚 $15 \mu\text{m}$ でCuめっき層を形成したCuめっきステ

*することは勿論である。ステンレス鋼をNiプレめっきした後、表1の条件下で種々の膜厚をもつCuめっき層を形成した。Cuめっき後、ベンゾトリアゾールを用いてめっき層表面を変色防止処理した。比較のために用いたリン青銅にも同様な変色防止処理を施した。

【0021】

表1：電気Cuめっき条件

浴組成	CuSO_4	200g/l
	H_2SO_4	50g/l
浴温 40°C		
電流密度 $10\text{A}/\text{dm}^2$		

【0022】Cuめっき層が形成されたステンレス鋼について、 $\rho Va = (t_1 + t_2) / (t_1 / \rho V_1 + t_2 / \rho V_2)$ の式で体積抵抗率 ρVa を算出した。ただし、 t_1 はステンレス鋼の板厚、 t_2 はCuめっき層の膜厚、 ρV_1 はSUS304ステンレス鋼の体積抵抗率、 ρV_2 はCuめっき層の体積抵抗率を示す。

【0023】図1の計算結果にみられるように、基材・ステンレス鋼を薄肉化するほど、またCuめっき層を厚膜化するほど体積抵抗率が低下する。なかでも、板厚 0.3 mm 以下のステンレス鋼に膜厚 $10 \mu\text{m}$ 以上のCuめっき層を形成したものでは、リン青銅 (C5191) に匹敵する低い体積抵抗率を呈することが判る。なお、図1では、Niめっき層を形成した板厚 0.2 mm のステンレス鋼を比較材として掲げたが、この場合にはNiめっき層を厚膜化しても $30 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ 以上の高い体積抵抗率である。

【0024】基材に使用したステンレス鋼は、リン青銅 (C5191) と比較すると機械的特性が格段に優れた材料である (表2)。そのため、薄肉化しても接点材料に要求されるバネ弾性、耐ヘタリ性を十分に満足している。しかも、薄肉化により体積抵抗率が低くなることから、接点材料として使用可能な材料といえる。

【0025】

※ステンレス鋼板から幅 10 mm 、長さ 40 mm の試験片を切り出し、図2に示す条件下で日本電子材料工業会規格1011 (ばね材料の曲げによる応力緩和試験方法) に基

づき300℃の高温雰囲気における応力緩和率を測定した。高温保持時間と熱応力緩和率との関係を調査した結果を示す図3にみられるように、Cuめっきステンレス鋼板では、原板のSUS301ステンレス鋼板とほぼ同じ耐熱応力緩和性を呈した。比較のため同様な条件下で測定したところ、リン青銅(C5191合金)では保持時間100時間で熱応力緩和率が100%近くになっており、バネ性が完全に消失していた。

【0027】また、板厚0.3mmのCuめっきステンレス鋼から幅10mm、長さ100mmの試験片を切り出し、室温雰囲気です試験片の両端を定電流電源の端子にそれぞれ接続し、電流を変化させながら試験片に通電することにより、体積抵抗率及び試験片の温度を測定し *

〔はんだ濡れ性試験〕

使用はんだ：千住金属(株)製PbフリーはんだM31(Sn-3.5Ag-0.75Cu)

千住金属(株)製一般はんだ(Sn-40%Pb)

フラックス：日本はんだ(株)製P5(電子部品用、塩素なし)

試験温度：250℃(Pbフリーはんだ)及び235℃(一般はんだ)

【0029】めっき直後及びめっきした試験片を60℃、93%RHに100時間放置した試験片について、レスカー製の溶剤チェッカーSAT-5000を使用し、Pbフリーはんだ又は一般はんだの溶融浴にサイズ10mm×40mm×0.3mmの試験片を浸漬速度2mm/分で深さ2mmまで浸漬し、当該浸漬深さに10秒保持した。そして、試験片浸漬から濡れの力がゼロをよぎるまでの時間(ゼロクロスタイム)を測定し、ゼロクロスタイムが1.5秒以内を◎、1.5～3秒を○、3秒以上を×としてはんだ濡れ性を評価した。

【0030】表3の調査結果にみられるように、Cuめっきステンレス鋼は、めっき浴種、めっき膜厚に拘ら ※30

*た。片面当り膜厚20μm(両面で40μm)のCuめっき層を形成したステンレス鋼では、リン青銅(C5191)とほぼ同じ体積抵抗率(図4)を呈し、通電に伴う温度上昇(図5)もリン青銅(C5191)より銅板に近い傾向を呈した。膜厚10μmのCuめっき層を形成したステンレス鋼も、供給電流が少ない領域ではリン青銅(C5191)に近い体積抵抗率及び温度上昇傾向を示した。温度上昇が抑制されることは、機械的特性に優れたステンレス鋼を基材に使用することと相俟って、耐ヘタリ性の改善に有効である。

【0028】次いで、各Cuめっきステンレス鋼のはんだ濡れ性を次の試験で調査し、はんだ付け性を評価した。

※ず、Pbフリーはんだに対しても良好なはんだ濡れ性を呈し、経時劣化試験後においても十分なはんだ濡れ性が維持されていた。リン青銅は、一般はんだでは十分なはんだ濡れ性を示すものの、Pbフリーはんだに対しては特性が劣化し、経時劣化試験後のはんだ濡れ性が不十分であった。Niめっきしたステンレス鋼、銅板についても同様な傾向が示された。Cuめっきステンレス鋼に比較して銅板の方がはんだ濡れ性に劣ることは、熱伝導性の良好な銅板がはんだ浴に浸漬された際に試験片周辺の浴温が低下することに原因があるものと推察される。

【0031】

表3：Cuめっきステンレス鋼のはんだ濡れ性

めっき浴	めっき層片面 当りの膜厚 (μm)	Pbフリーはんだ		Sn-Pb はんだ	
		初期	促進劣化後	初期	促進劣化後
硫酸浴	Cu : 1	◎	○	◎	○
	Cu : 5	◎	○	◎	○
	Cu : 10	◎	○	◎	○
	Cu : 20	◎	○	◎	○
ピロリン酸浴	Cu : 1	◎	○	◎	○
	Cu : 5	◎	○	◎	○
	Cu : 10	◎	○	◎	○
	Cu : 20	◎	○	◎	○
光沢硫酸浴	Cu : 1	◎	○	◎	○
	Cu : 5	◎	○	◎	○
	Cu : 10	◎	○	◎	○
	Cu : 20	◎	○	◎	○
ワット浴	Ni : 10	○	×	○	×
	Ni : 20	○	×	○	×
リン青銅 C5191	—	○	×	◎	○
銅板	—	○	×	○	×

【0032】更に、導電性、はんだ付け性で良好な結果が得られた膜厚 $20\mu\text{m}$ （両面で $40\mu\text{m}$ ）のCuめっき層を形成した板厚 0.2mm のステンレス鋼を選択し、電解エッチングによりCuめっき層を粗面化した。このとき、電解条件の調節によってCuめっき層の表面粗さを $Ra : 0.05 \sim 2.0\mu\text{m}$ の範囲で変化させた。Cuめっき層が粗面化されたステンレス鋼から切り出された試験片を用いて接触抵抗を測定し、表面粗さが接触抵抗に及ぼす影響を調査した。また、 60°C 、 $93\%\text{RH}$ に96時間放置する促進劣化試験後の試験片についても同様に接触抵抗を測定した。

【0033】接触抵抗試験では、試験片表面に金接触端

*子を接触させ、摺動距離 1mm で金接触端子を摺動させながら荷重 100g のオン・オフを繰り返す摺動接触抵抗試験及び定点で試験片表面に接触させた金接触端子に荷重 100g をオン・オフする定位置接触抵抗試験を採用した。表4の試験結果にみられるように、表面粗さが大きくなるほど摺動接触抵抗、定位置接触抵抗が共に低下する傾向がみられた。接触抵抗の低減に及ぼす表面粗さの影響は $Ra : 0.2\mu\text{m}$ 以上でみられ、 $Ra : 0.25\mu\text{m}$ 以上ではほぼ銅板と同じ程度にまで接触抵抗が低下した。

【0034】

表4：Cuめっき層の表面粗さが接触抵抗に及ぼす影響（単位： $\text{m}\Omega$ ）

	表面粗さ Ra (μm)	0.1未満	0.1~0.2	0.2~0.5	0.5~1.0	1.0~2.0
初期	摺動接触抵抗	7	5	2	1	1
	定位置接触抵抗	11	7	3	2	1
促進劣化後	摺動接触抵抗	51	23	3	1	1
	定位置接触抵抗	200>	56	18	24	25

【0035】

【実施例2】板厚0.25mmのSUS304ステンレス鋼板を基材に使用した。脱脂、酸洗したステンレス鋼板に膜厚0.1 μ mのNiプレめっき、更に片面当り膜厚10 μ m（両面20 μ m）のCuめっきを施した後、種々の膜厚でNiめっき層、Snめっき層を形成した。Niめっきでは、pH2、浴温50℃のワット浴（硫酸ニッケル240g/l、塩化ニッケル50g/l、硼酸30g/l）にCuめっきステンレス鋼板を浸漬し、電流密度5A/dm²で電気めっきした。Snめっきでは、光沢剤を添加した浴温20℃の硫酸Snめっき浴（硫酸第一錫50g/l、硫酸100g/l、クレゾールスルホン酸30g/l）にCuめっきステンレス鋼板を浸漬し、電流密度2A/dm²で電気めっきした。

【0036】

表5：基材・ステンレス鋼に設けた複層めっき層の構成

No.	Cuめっき層			Ni又はSnめっき層		
	膜厚L (μ m)	L/t	表面粗さ Ra (μ m)	種別	膜厚M (μ m)	膜厚比 L/M
1	10	80	0.10	Ni	0.2	50
2	10	80	0.10	Ni	2	5
3	10	80	0.15	Ni	4	2.5
4	10	80	0.10	Sn	0.4	25
5	10	80	0.10	Sn	1	10
6	10	80	0.15	Sn	4	2.5
7	10	80	0.10	Ni又はSnめっきせず		

膜厚L、Mは、片面当りの膜厚で示す。

*

表6：複層めっきが耐食性、接触抵抗の経時変化に及ぼす影響

No.	耐食性	接触抵抗 (m Ω)	
		初期値	促進劣化試験 60 日後
1	○	4	5
2	◎	4	6
3	◎	4	6
4	○	≤1	≤1
5	◎	≤1	≤1
6	◎	≤1	≤1
7	×	≤1	40

【0039】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明のステンレス鋼製接点は、膜厚比L/tが40～200の範囲に※50

*【0037】得られた各複層めっきステンレス鋼板から試験片を切り出し、実施例1と同じ条件下の摺動接触抵抗試験の外に塩水噴霧試験、促進劣化試験により性能調査した。塩水噴霧試験では、JIS C0023に準拠し塩水噴霧を24時間継続した後で試験片表面の外観を観察し、腐食生成物が検出されなかった試験片を◎、腐食生成物の発生面積率が5%以下を○、5～20%を△、20%を超える面積率で腐食生成物が観察された試験片を×として耐食性を評価した。促進劣化試験では、60℃、93%RHの恒温恒湿雰囲気中に試験片を放置し、所定時間経過後の接触抵抗を測定し、接触抵抗の経時変化を求めた。表6の調査結果にみられるように、塩水噴霧試験後においても試験片表面に腐食生成物が検出されず、或いは検出された場合でも極僅かな腐食生成物であり、Cuめっき層の上にNiめっき層又はSnめっき層を形成することにより耐食性が改善されていることが判る。促進劣化試験後の接触抵抗も初期値に比較して僅かな上昇に留まり、長期にわたり優れた導電性を呈することが確認された。なかでも、Cu/Snの複層めっきを施した試験片では、図6にみられるように接触抵抗がほとんど変化せず、良好な導電性を維持していた。

【0038】

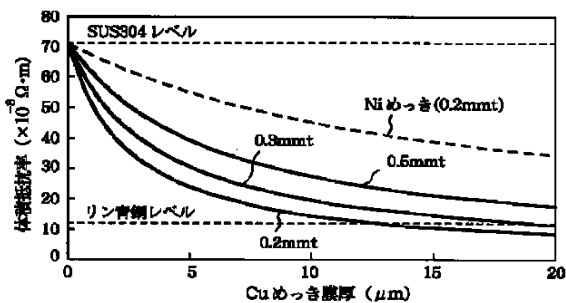
※あるCuめっき層を基材・ステンレス鋼の表面に形成することにより、導電性、はんだ付け性に関してリン青銅製接点に匹敵し或いは凌駕する特性を呈する。しかも、

基材が耐食性及びバネ弾性に優れたステンレス鋼であることから、薄肉化しても良好な機械的特性や耐ヘタリ性が維持され、小型化・軽量化に適した安価な接点として使用される。更に、Cuめっき層の上にNiめっき層又はSnめっき層を形成することにより耐食性が向上し、長期間にわたって接触抵抗が低く良好な導電性を維持する接点材料が得られる。

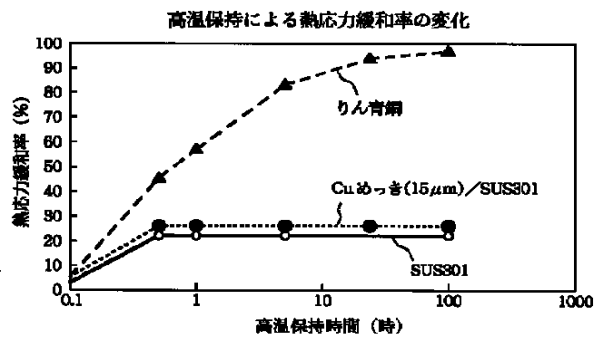
【図面の簡単な説明】

【図1】 ステンレス鋼の板厚、Cuめっき層の膜厚から求めた体積抵抗率を基材・ステンレス鋼、Niめっきステンレス鋼、リン青銅と比較したグラフ

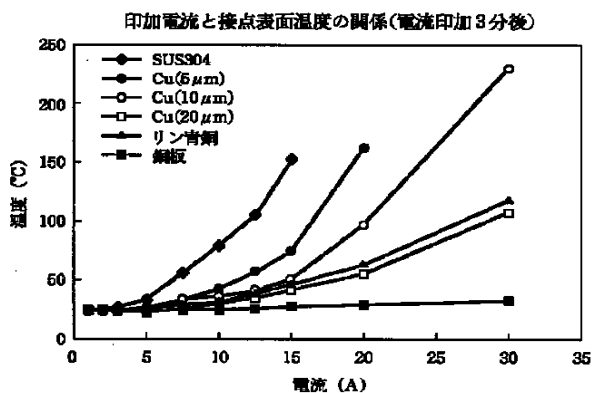
【図1】



【図3】



【図5】



【図2】 高温雰囲気中に保持した試験片の撓み変形を測定するための装置

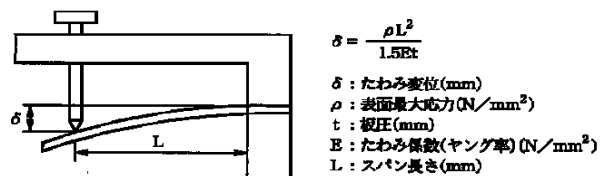
【図3】 高温雰囲気における保持時間と熱応力緩和率との関係を表したグラフ

【図4】 各種接点に供給した電流と体積抵抗率との関係を表したグラフ

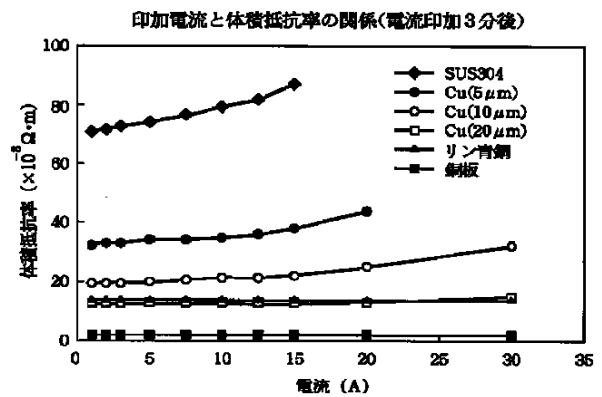
【図5】 各種接点に供給した電流に応じた接点の温度上昇を表すグラフ

【図6】 促進劣化試験による接触抵抗の経時変化を表すグラフ

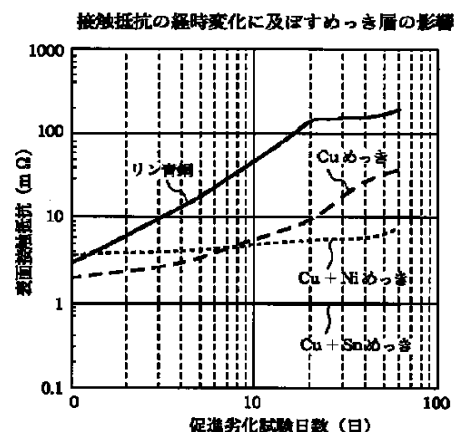
【図2】



【図4】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 渡邊 啓一

大阪府堺市石津西町 5 番地 日新製鋼株式
会社技術研究所内

(72)発明者 和泉 圭二

大阪府堺市石津西町 5 番地 日新製鋼株式
会社技術研究所内

F ターム(参考) 4K024 AA03 AA07 AA09 AB01 AB02
BA04 BB10 CB21 DA09 GA01
GA04 GA14 GA16
5G050 AA12 AA14 AA29 BA08 CA01

PAT-NO: JP02003203534A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2003203534 A
TITLE: STAINLESS STEEL CONTACT
PUBN-DATE: July 18, 2003

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
IWAMIZU, YOSHIHARU	N/A
NAGAO, MASAO	N/A
WATANABE, KEIICHI	N/A
IZUMI, KEIJI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NISSHIN STEEL CO LTD	N/A

APPL-NO: JP2002005932
APPL-DATE: January 15, 2002

PRIORITY-DATA: 2001286696 (September 20, 2001) , 2001339071
(November 5, 2001)

INT-CL (IPC): H01H001/02 , C25D005/12 , C25D005/26 , C25D007/00

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a stainless steel contact having excellent electrical conductivity, spring elasticity, and soldering properties, in place of expensive phosphorus bronze.

SOLUTION: This stainless steel contact is made of a stainless steel plate with a thickness t (mm) of 0.3 mm or less as a base material, and a Cu-plated layer with a thickness L (μm) of $L/t=40\text{-}200$ is formed on the base material surface. When a Ni-plated layer or a Sn-plated layer is formed on the Cu plated layer, corrosion resistance improves, to obtain a contact material capable of maintaining excellent electrical conductivity over the long term. The Ni or Sn plated layer is formed to have a thickness M (μm) satisfying $L/M=2\text{-}100$, and $M=0.2\text{-}10$.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO